

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-155942

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月16日

(51) Int.Cl.⁸
A 6 3 B 53/04

識別記号

F I
A 6 3 B 53/04

A

E

C 2 2 C 14/00
32/00

C 2 2 C 14/00
32/00

Z

H

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-324995

(22) 出願日 平成8年(1996)12月5日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 霧島 潤

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

(72) 発明者 黒田 篤彦

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 穂上 照忠 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ゴルフクラブヘッド

(57) 【要約】

【課題】軽量で比強度の大きいチタン合金の特性を維持しながら、ヘッドのたわみ易さ（ヤング率）を広い範囲に調整することができ、従来のチタン合金製のヘッドよりも機能面で優れたヘッドを提供する。

【解決手段】少なくとも一部の材料が、晶出したホウ化チタンもしくは析出したホウ化チタンまたはその両者を含むチタン合金であることを特徴とするゴルフクラブヘッド。この合金は、0.001重量%以上で5重量%以下のボロン（B）を含有するのが望ましい。さらに10重量%以下のアルミニウム（Al）、その他の合金成分を含有してもよい。

【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも一部の材料が、晶出したホウ化チタンもしくは析出したホウ化チタンまたはその両者を含むチタン合金であることを特徴とするゴルフクラブヘッド。

【請求項2】チタン合金が、0.001～5重量%のボロンを含有するチタン合金である請求項1に記載のゴルフクラブヘッド。

【請求項3】チタン合金が、0.001～5重量%のボロンと10重量%以下のアルミニウムを含有するチタン合金である請求項1に記載のゴルフクラブヘッド。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、高い比強度を持つチタン合金の特性を生かし、しかも従来のチタン合金製ヘッドに近い低めのヤング率からステンレス鋼製ヘッドに近い高いヤング率まで、任意のヤング率を持たせることができるゴルフクラブヘッド（以下、単に「ヘッド」と記す）に関する。

【0002】

【従来の技術】ゴルフクラブの中、ウッドクラブと呼ばれるもののヘッドは、従来、木製（パシモンと呼ばれる柿材）であった。しかし、近年、天然のパシモンの枯渇から、原料が豊富で工業的に安定して生産することが可能な金属製品、即ち、ステンレス鋼、チタン合金、アルミニウム合金等のヘッドが主流となっている。

【0003】金属製のヘッドは、ウッドクラブ用では内部を中空とすることによって重心の位置を任意に変えることが可能であるという特徴を持つ。従って、木製のヘッドよりも打球を遠く、かつ正確に飛ばすことができるという機能面での優れた特性を持つので、その普及が著しい。また、アイアンクラブのヘッドにおいても、デザインの多様化が可能で、キャビティーバック等の様々な形状のヘッドが実用化されている。

【0004】上記のような金属製のヘッドは、素材となる金属（合金）の種類によってそれぞれ下記のような異なった特性を示す。

【0005】①ステンレス鋼

ヘッド材として最も普及率の高いのは、JISのSUS 630であるが、これは比重が約7.8と大きいため、ヘッドの体積やシャフトの長さが制限される。また、ヤング率が200 GPaと高いため、打球時のたわみが小さくボールの直進性に富む。

【0006】②チタン合金

ヘッド材として最も普及率している材料は、6 Al-4 V-Ti（6%のアルミニウムと4%のバナジウムを含むチタン合金）である。これは、比重が4.4と小さいため、ヘッド体積を大きくすることができ、重心位置やデザインの可変性に富む。さらに、ヘッド重量を小さくすることによってシャフトを長くすることができ、慣性モーメ

ントの増大によってボールの飛距離が増す。また、ヤング率が116 GPaと低いため、打球時のたわみによってボールの軌道に変化を与えるような場合に有利である。

【0007】最近、②のチタン合金を用いたヘッドが、ビギナー、高齢者、女性などヘッドスピードの遅いゴルファーを中心に広く普及しつつある。なお、特開平5-111554号公報には、超弾性Ni-Ti合金を用いたヘッドが提案されているが、その合金は上記チタン合金よりもさらにヤング率が低く、約80 GPaである。このような合金製のヘッドでは、木製ウッドに近いフィーリングが得られるということであるが、上記のように余りにもヤング率が低いために、ツアープロのような上級者などのヘッドスピードの速いゴルファーが満足できる性能は得られないという難点がある。

【0008】上級者、即ち、ヘッドのたわみに頼ることなくボールを遠くへ飛ばす技術と力を有するゴルファーにとっては、ヘッドの剛性が大きい方がヘッドがボールに当たる角度を固定し、力を直接的に伝達するのに好都合である。そのようなゴルファーには、ステンレス鋼に近い、高めのヤング率を持つヘッドが適している。他方、ビギナー等には、従来のチタン合金のように、ヤング率が低くたわみ易いヘッドが望ましい。即ち、ゴルファーの技量に応じて、さまざまなヤング率（たわみ易さ）を持つヘッドを製造することができれば理想的である。

【0009】しかしながら、これまではそのような要求に答えることのできるヘッドがなかったために、ステンレス鋼か、既存のチタン合金のいずれかを選択することしかできなかった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、比強度（重量に対する強度の比）をはじめとするチタン合金の軽量構造材としての優れた特性を維持しながら、特にヘッドのたわみ易さを広い範囲に設定することができ、ゴルファーの技量に応じて最適の機能を持たせることができるヘッドを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は『少なくとも一部の材料が、晶出したホウ化チタンもしくは析出したホウ化チタンまたはその両者を含むチタン合金であることを特徴とするゴルフクラブヘッド』を要旨とする。

【0012】ホウ化チタンは、B（硼素）を含むチタン合金の溶湯が凝固する時の晶出、または凝固後の冷却の過程での析出によって合金のマトリックスに微細に分散する。このような晶出ホウ化チタンまたは析出ホウ化チタンの量は、基本的にはBの添加量によって調整することができる。

【0013】本発明のヘッドの少なくとも一部を構成する材料は、チタン合金である。その合金は「晶出したホウ化チタンもしくは析出したホウ化チタンまたはその両

者」(以下、これらをまとめて「晶・析出ホウ化チタン」と記す)を含む。従って、この合金は、晶・析出ホウ化チタンを生成するに足るBを含有しなければならない。後述するように、そのBの含有量は、0.001重量%以上、5重量%以下であることが望ましい。

【0014】B以外の合金成分には、特に制約はない。純チタンにBだけ添加したものでもよいし、その外に、例えば10重量%以下のアルミニウム(Al)、25重量%以下のバナジウム(V)、6重量%以下の錫(Sn)、12重量%以下のクロム(Cr)、16重量%以下のモリブデン(Mo)、6重量%以下の鉄(Fe)、0.2重量%以下の酸素(O)等を含有することができる。さらに少量のZr、Si、Mn、Nb、Ta、Pd、Co、Ni、Bi、Cを含有してもよい。ただし、窒素(N)および水素(H)はできるだけ少ない方が望ましい。これらの合金成分の1種以上を含む既存のチタン合金にBを添加して晶・析出ホウ化チタンを生成させたものでもよい。

【0015】

【発明の実施の形態】図3は、Ti-B二元状態図(J.L. Murray, P.K.Liao, and K.E.Spear, 1987)である。図示のとおり、Bはチタンには殆ど固溶しないので、チタンに添加されたBは、そのほぼ全量が凝固および冷却時にホウ化チタン(TiB)として晶出または析出する。その晶・析出ホウ化チタンには、チタン合金のヤング率を向上させる働きがある。ホウ化チタンのヤング率は500 GPa以上でチタンに比べて極めて高く、粒子体積率に比例した複合則に従いチタン合金のヤング率を向上させる。

【0016】図1にヤング率に及ぼすB含有量の影響を示す。これは、純チタン(JIS 2種)に様々な量のBを添加した鋳造のままの材料における試験結果である。図示のように、B含有量に比例してヤング率は高くなる。これは、同図の上の横軸に示すように、TiBの含有量が増大しているからである。Ti含有量とTiB含有量との関係は、概ね $\text{TiB (重量\%)} = 5.43 \times \text{B含有量 (重量\%)}$ となる。

【0017】Bの含有量が5重量%以上になると延性(靱性)が低下し、鋳造凝固、熱間加工、溶接などで割れを引き起こす場合もある。従って、B含有量は5重量%以下とするのが好ましい。また、B含有量が0.001重量%未満では、晶・析出ホウ化チタンの量が不十分で、ヤング率の向上が見込めないから、B含有量は0.001重量%以上とするのがよい。さらに望ましいのは、0.01重量%以上である。

【0018】図1からも分かるように、B含有量を変化させることにより晶・析出ホウ化チタンの分散量を調整して、所望のヤング率の合金とすることができる。例えば、純チタン(ヤング率: 108.5 GPa)にBを添加し、含有量を5重量%とした場合、ヤング率はステンレス鋼と同等の約200 GPaとなり、チタン合金製でありながらステンレス鋼と同様にたわみの少ないヘッドとすること

ができる。また、Bの含有量を1重量%程度に抑えて、ヤング率が120 GPa程度で、既存の6Al-4Vチタン合金製ヘッドに近いたわみ易さのヘッドとすることも可能である。即ち、従来のステンレス鋼のヘッドのたわみやすさから従来のチタン合金のヘッドのたわみやすさまで、ゴルファーの要求に応じて調整することができる。

【0019】上記のようなBを含有するチタン合金の比重は4.5前後、強度(引張強度)は1000 MPa強であり、チタン合金の利点である高い比強度は依然として維持されているため、ヘッドの設計にはなんら支障はない。

【0020】本発明のヘッドでは、Bに加えてさらに先に述べたような他の合金元素の添加によって、その特性を変えることもできる。以下、チタン合金の代表的な添加元素であるAlとVについて説明する。

【0021】1) Alについて

図2はヤング率に及ぼすAl含有量とV含有量の影響を示す図である。この試験は、先のBに関する試験と同じく、純チタン(JIS 2種)にAlまたはVを添加した鋳造ままの材料によるものである。

【0022】Alは、固溶硬化によってヤング率を高める働きがあり、ヤング率を調整するために添加することができるが、その含有量が10重量%を超えると延性(靱性)が低下する。従って、Alの含有量は、10重量%以下に制限するのが好ましい。強度および延性のバランスを考慮した場合、Alの含有量は、0.1重量%以上、8重量%以下とするのが一層好ましい。

【0023】2) Vについて

図2に示したように、Vはヤング率を低下させる元素であるが、 β 相安定化元素であり、熱処理性の向上、熱間加工性および冷間加工性の向上に寄与する。これらの効果を生かすべくVを添加した場合でも、それによって低下したヤング率をBの添加、あるいは更にAlの添加により回復させることができる。ただし、過剰なVの添加は、BやAlのヤング率向上効果を減殺してしまうので、添加する場合でもその含有量を25重量%以下とするのが望ましい。

【0024】以上に述べた晶・析出ホウ化チタンを含みヤング率が調整されたチタン合金は、ヘッド全体の材料としてもよいし、また、ヘッドの一部、例えばフェイス部のみに使用してもよい。そうすることにより、多様な特性を持つヘッド、微妙な要求に対応したヘッドが設計できる。

【0025】次に、本発明のゴルフクラブヘッドの製造方法を説明する。

【0026】i. 鋳造法によって製造する場合

鋳造法による製造の望ましい一例は次の工程からなるものである。

【0027】①ヘッドの金型を作製し、この金型でワックス模型を作る。

24

【0028】②ワックス模型を利用してセラミックス鋳型を作る。

【0029】③ワックスを抜いたセラミックス鋳型を焼成する。

【0030】④真空中で水冷坩堝を使用して成分調整した原料をアーク溶解し、チタン合金の溶湯を準備する。このとき、ホウ化チタンをマトリックス中に均一に分散させるには、高融点(3000℃程度)のホウ化チタンをそのまま混合するよりも、低融点(2000℃以下)のホウ化アルミニウムまたはホウ化鉄を溶湯に添加し、凝固および／または冷却時にホウ化チタンを晶出および／または析出させる方法が望ましい。また、ホウ化チタンが既に均一分散したインゴットあるいは鍛造材を溶解原料として用いることもできる。

【0031】⑤溶湯をセラミックス鋳型に流し込む。

【0032】以上の工程で鋳造ヘッドができあがる。その後は、研磨、塗装等の後処理を必要に応じて行う。

【0033】ii.鍛造法によって製造する場合
例えば次のような工程を採るのが望ましい。

【0034】①成分調整した原料からVAR法によってホウ化チタンを分散したチタン合金インゴットを溶製する。ホウ化チタンの分散方法については、高融点のホウ化チタンをVARの電極にそのまま混合するよりも、低融点のホウ化アルミニウムまたはホウ化鉄を添加し、凝固および／または冷却時にホウ化チタンを晶出および／または析出させる方法が、ホウ化チタンをマトリックス中に均一に分散させるのには好ましい。

【0035】②熱間鍛造および熱間圧延により板状に成形する。

【0036】③熱処理により加工組織を消去する。

【0037】④ショットブラスト、酸洗および研削などにより表面の酸化スケールを除去する。

【0038】⑤機械加工によりヘッドの各部分(フェイス、ソール、クラウンの各部)を作製する。

【0039】⑥溶接によりヘッドを組み立てる。

【0040】以上の工程で鍛造ヘッドができあがる。その後は、研磨、塗装等の後処理を必要に応じて行う。

【0041】冷間鍛造および冷間圧延が可能な合金の場合は、以上の工程の途中でこれらの加工を施してもよい。さらに時効処理による高強度化およびヤング率の調整が可能な場合は、溶接によりヘッドを組み立てた後に時効処理工程を付与してもよい。

【0042】前記のように、本発明のヘッドは、晶・析出ホウ化チタンを含む合金をその全部に使用してもよいが、その一部のみを使用してもよい。また、ヘッドの各部分で晶・析出ホウ化チタンの含有量を変えるなどしてヘッドの全部あるいは一部に使用してもよい。このようなヘッドは、部分ごとに鋳造法あるいは鍛造法で作製し、それぞれの部分を溶接により組み立ててヘッドにすればよい。

【0043】なお、本発明のヘッドにはウッドクラブ用ヘッドだけでなく、アイアンクラブのヘッドも含まれる。

【0044】

【実施例】スポンジチタン、粒状アルミニウム、粒状バナジウム、粒状ホウ化アルミニウムを原料として、表1に示す化学組成の合金を真空アーク溶解法で溶製し、ロストワックス精密鋳造法により、晶・析出ホウ化チタンを含むチタン合金のウッドクラブ用ヘッドに鋳造した。

【0045】ヘッドは、フェイス部分の肉厚が3mm、それ以外の部分の肉厚が1.2mm、体積が約260ccである。比較として、6Al-4V-Ti合金、SUS 630 ステンレス鋼を原料とし、同様の方法で同形状のヘッドを鋳造した。また各合金についてヘッドと同様の鋳造法で作製した試験片を用い、共振法によるヤング率の測定と、引張試験(JIS 10号サブサイズ、φ6.25丸棒試験片)による引張強度と伸びの測定を行った。その結果を表1に併記する。

【0046】

【表1】

(表 1)

区分	化学組成 (重量%) 残部: Ti および不可避不純物						ヤング率 (GPa)	引 張 強 度 (MPa)	伸 び (%)
	Al	V	B	Fe	O (酸素)	Ti B			
比較例 1	5.9	4.1	0.01 未満	0.05	0.18	—	116	1000	14
実施例 1	5.8	4.0	1.5	0.05	0.19	8.1	132	1100	13
実施例 2	5.7	4.2	3.3	0.05	0.17	17.9	161	1180	10
実施例 3	5.9	4.0	4.8	0.04	0.19	26.1	190	1260	8
実施例 4	10.4*	4.2	3.2	0.04	0.17	17.4	167	1320	5
実施例 5	5.8	4.1	5.6 *	0.05	0.19	30.4	196	1300	6
比較例 2 (SUS630)	Ni 4.2	Cr 17.1	Cu 3.8	Nb 0.15	Ta 0.1	Fe 残部	200	1150	14

注) * は、望ましい範囲をはずれたものを示す。

【0047】比較例1は、従来のチタン合金製ヘッドで最も一般的な6Al-4V-Ti合金製のヘッドであり、ヤング率が116 GPaと低く、たわみ易いヘッドである。比較例2は、従来のステンレス鋼製ヘッドで最も一般的なSUS 630 鋼のヘッドであり、ヤング率が200 GPaと高く、たわみ難いヘッドである。

【0048】実施例1から5は、ホウ化チタン分散合金製のヘッドである。ホウ化チタンの量を調整することによりヤング率を約130 GPa から約190 GPa の間の任意の値とすることができ、ゴルフアーの特性に応じ、所望のたわみ易さのヘッドにできることが明らかである。これらの中でも、BとAlの含有量を望ましい範囲にしたチタン合金を用いた例(実施例①から⑤)は、伸びが8%以上あり、優れた特性を示している。

* 【0049】

【発明の効果】本発明によれば、これまでは困難であったヘッドのヤング率の調整が容易にできる。従って、従来の金属製ヘッドでは得られなかったヤング率、例えば110 GPaから200 GPaの間のヤング率を有するチタン合金製のヘッドが得られる。即ち、ヘッドに求められる広範囲の特性への対応が可能となる。

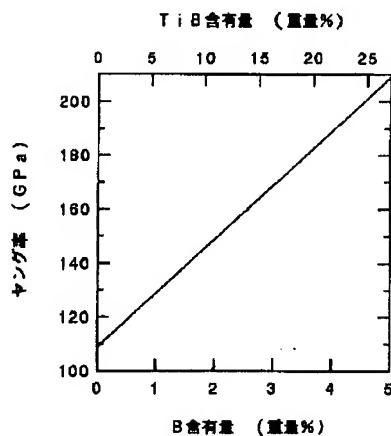
【図面の簡単な説明】

【図1】チタン合金のヤング率に及ぼすB含有量の影響を示す図である。

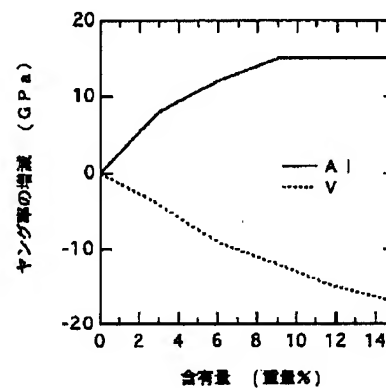
【図2】チタン合金のヤング率に及ぼすAl含有量とV含有量の影響を示す図である。

【図3】Ti-B二元状態図である。

【図1】



【図2】



【図3】

